

# 盐碱地水稻深层集中施肥的增产效果\*

(1977—1978年)

吉林省农科院水稻所 梨树农场小宽分场

施肥的目的,在于用最经济的人力和物质,获得最高产量和最好品质。提高肥料的施用效果,除施用适宜的肥料品种、适时施用外,还应将肥料施在适宜的部位,最有效地满足水稻的生育需要,促使水稻早生快发,稳产高产。本课题的提出:(1)梨树灌区稻田盐碱地施用氮肥,肥效很差。亩产800斤稻谷,非盐碱地每亩只需硝铵50斤左右,但盐碱地则需70斤左右。(2)省内各地水稻施肥,特别是盐碱地施肥,大都是地表追肥,肥料随水流失,氧化还原,土壤固定,损失严重。施肥方法上,侧重前重,对促进穗粒发育的施肥却很少。(3)国际上对铵态氮深施提高肥效,已有很多试验可供借鉴:日本试验的结果,深层施肥比表面撒施提高肥效30~50%;国际水稻研究所,用N15进行深施10厘米、分蘖期追施结合中耕和不中耕三种处理,在稻谷中回收的N为29、20、16%,茎秆中回收的N为23、16、14%;国内进行球肥深层追肥,增产效果也很明显。我国近年来大面积推行的球肥深施和日本在60年代提出深层追肥的效果相似。但深层追肥在地多人少地区,不易推行。根据上述盐碱地施肥上存在的问题,国内外已有的经验,及当前生产施肥的实际情况,探索提高肥效和高效率的机械深层集中施肥的新途径,甚为重要。从1977~1978年在梨树灌区盐碱地上,开展了本项试验。

## 一、试验经过

1、设计处理:根据盐碱地的特点,当前施肥情况和前人已有的研究结果,进行下述试验:(1)化肥不同形态及施用方法试验,具体处理如表1;(2)不同底、追肥比例试验,处理如表2;(3)在一定底肥的基础上,不同追肥时期试验,处理如表3。同时进行了不同深度施肥试验。

2、施肥量:每垧施硝铵1000斤、过石600斤、土粪3200斤,除表中规定施粉状肥外,其余均做成颗粒肥施用。

\* 兰士珍同志执笔整理

表 1

化肥不同形态及施肥方法设计

(单位: 斤/垧)

施肥处理	基 肥			追 肥		
	过石	硝铵	泥炭土或土粪	返青肥	分蘖肥	减数分裂前
粉深一次	600	1000	3200	—	—	—
粉全追	"	—	"	340	500	160
1/3粉全层	"	340	"	200	300	160
1/3粉集中	"	340	"	200	300	160
粒深一次	"	1000	"	—	—	—
1/3粒全层	"	340	"	200	300	160
1/3粒集中	"	340	"	200	300	160

表 2 不同基、追肥比例设计 (单位: 斤/垧)

处 理	基 肥	追 肥		
		返青肥	分蘖肥	减数分裂期
粒深一次	1000	—	—	—
粉全追	—	340	500	160
粒深 2/3	660	—	200	140
粒深 1/2	500	150	200	150
粒深 1/3	340	200	300	160

表 3

不同追肥时期设计表

(单位: 斤/垧)

区号	基 肥*	追 肥						
		返青肥 $\Delta$	分蘖肥	穗分化前	出穗前35天	颖花分化前	减数分裂前	抽穗期
1	各区总量 同以硝铵总 量的1/3~ 1/2加过石 600斤、泥 炭土1860斤~ 2200斤混合做 成颗粒肥	硝铵200斤	470	—	—	—	—	—
2		"	—	470	—	—	—	—
3		"	—	—	470	—	—	—
4		"	—	—	—	470	—	—
5		"	—	—	—	—	470	—
6		"	—	—	—	—	—	470
7		"	240	—	—	—	240	—
8		"	—	—	—	240	—	240
9		"	160	—	—	—	160	160
10		"	120	—	—	120	120	120

\* 基肥: 1977年施颗粒肥, 成分为硝铵330斤、过石600斤、泥炭土1860斤, 混合制成; 1978年施颗粒肥成分为硝铵500斤、过石600斤、土粪2200斤混合制成。

$\Delta$  返青肥: 1977年表追肥200斤硝铵; 1978年不追返青肥, 移作底肥。

3、施肥方法：基肥系在早春整平土地后早施，过石全部深施做底肥，追肥主要分返青肥，分蘖肥，穗分化前，出穗前35天，颖花分化前，减数分裂前，抽穗期等时期追施。

4、插秧：6月初插秧，密度1977年为(28厘米+12)×10厘米双行大垄，每穴5到6苗，1978年为8×3，每穴9苗。

5、随机排列，重复3次，小区面积40平方米，田间管理同一般。

## 二、试验结果

经过1977~1978年两年的试验，不同施肥处理，水稻生育及产量表现较为明显，其结果如表4、5、6、7，从表1及表4看出：(1)无论是粉状肥或粒状肥，均以一次深层集中施做底肥的产量最高，比粉全追增产14~30%左右(1977~1978年)。(2)以N肥总量的1/3集中施做底肥的均比粉全追及全层施肥增产8~15%，粉全追区产量最低。(3)粒状肥与粉状肥产量比较接近，但粒状肥略有增产的趋势。

表4 化肥不同形态及施肥方法的增产效果 (1978年)

处 理	穴数 / m <sup>2</sup>	苗 / 穴	苗数 / m <sup>2</sup>	穗数 / m <sup>2</sup>	分蘖%		主 穗			第一二分蘖穗			千粒重 (克)	产 量	
					未分 蘖株	分蘖 株	株高 (cm)	总粒 数	秕粒 数	株高 (cm)	总粒 数	秕粒 数		斤 / 亩	(%)
粒深一次	36.4	10.7	387	647	48.3	51.6	83	66.5	9.7	75.4	44.4	3.9	25	12854	114.9
1/3粒全层	36.2	9.9	318	520	59.7	40.3	80.8	67	4.4	64.3	32.2	1.3	26.2	11751	104.9
1/3粒集中	36.4	9.7	353	535	54.9	45.1	80.4	64.2	5.3	69.5	39.1	2.4	25.8	12508	111.7
粉深一次	36.4	9.8	357	644	48	52	82.5	67.2	25	76.1	50.8	3.7	25.2	12280	109.8
1/3粉全层	36.5	8.9	325	482	55.9	44.1	78.5	65.1	14.6	65.6	40.1	2.4	26.4	11374	101.5
1/3粉集中	36.7	9.9	363	528	58.7	41.3	81.5	69.6	4.8	69.8	46.7	2.2	26.2	12337	110.3
粉全追	36.2	8.8	319	455	59.9	40.1	74.8	59.4	3.1	59.8	35.5	1.3	26	11196	100

从表2及表5看出：在不同的基追肥比例情况下：(1)化肥1/3以上做底肥的均增产，在亩施纯铵1000斤的范围内，有随底肥量增多相应增产的趋势，即粒深一次≥粒深2/3>粒深1/2>粒深1/3>粉全追。(2)以2/3化肥做底肥的比粉全追增产15%左右，粒深一次的增产16~19.7%。再从2/3底肥区来看，分蘖株比未分蘖株略高一点，其繁茂性稍次于粒深一次。由此看出，在底追肥结合的原则下底肥稍多，适当结合追施穗肥，增产效果较好。

从表3及表6看出：在一定底肥即1/3~1/2底肥的基础上，不同追肥时期的增产效果为：(1)以分蘖、减数分裂各1/2区(梨树农场水田大面积施肥法)，作为基础比较其他追肥处理看出，出穗前35天一次深层追肥区，明显增产，两年均有同一趋势；(2)颖分前追肥略有增产；(3)其他一次追肥处理，或三次、四次追肥处理，产量均有下降的趋势。抽穗期一次追肥处理产量最低。在目前深层追肥尚难做到的情况下，应大力推广分蘖和减数分裂各1/2追肥法。

表 5

不同基追肥比例的增产效果

(1978年)

处 理	穴数 / m <sup>2</sup>	苗数 / 穴	苗数 / m <sup>2</sup>	穗数 / m <sup>2</sup>	分蘖%		主 穗			第一二分蘖穗			千粒重 (克)	产 量	
					未分蘖株	分蘖株	株高 (cm)	总粒数	秕粒数	株高 (cm)	总粒数	秕粒数		斤 / 亩	%
粒深一次	35.9	8.3	298	583	40	60	87.4	73.1	17.0	79.8	52.9	4.5	25.4	13799	116.5
" 2 / 3	35.9	8.9	319	513	48.5	51.5	86.7	71.5	4.4	77.8	46.3	2.2	25.6	13679	115.8
" 1 / 2	35.6	9.1	324	484	58.2	41.8	84.9	71.6	3.7	80.6	59.3	3.5	26.2	12771	108.1
" 1 / 3	35.5	8.8	312	480	53.3	43.7	83.3	68.5	3.2	79.7	53.1	3.0	26.4	12403	105.1
粉全追	36.1	9.0	325	480	59.9	40.1	81.3	67	4.5	71.3	43.8	2.0	26.6	11806	100

表 6

不同追肥时期的增产效果

(1978年)

处 理	穴数 / m <sup>2</sup>	苗数 / 穴	苗数 / m <sup>2</sup>	穗数 / m <sup>2</sup>	分蘖%		主 穗			第一二分蘖穗			千粒重 (克)	产 量	
					未分蘖株	分蘖株	株高 (cm)	总粒数	秕粒数	株高 (cm)	总粒数	秕粒数		斤 / 亩	%
分蘖肥	37.2	9.7	361	510	62.5	37.5	79.3	60.8	3.2	68.3	34.8	1.2	26.2	12286	100.7
穗分前*	35.6	10.1	360	555	57.4	42.6	81.2	65.9	4.8	73.6	43.4	3.4	26	11749	96.3
出穗前35天	35.7	8.9	318	486	56.3	43.7	85.1	74.5	6.4	77.4	54.8	4.4	25.2	13588	111.3
颖分前*	36.4	10.3	375	535	61.7	38.3	82.3	66.8	6.7	76.2	51.5	9.1	26.6	12557	102.9
减分前*	36.7	9.7	356	440	79	21	77.7	65.9	3.3	64.5	34.1	6.7	27	11218	91.9
抽穗期	36	10.2	367	432	83	17	74	56.9	2.0	64.1	30.2	0.6	27	9781	80.1
分蘖减分1/2	36.1	10	391	491	70.3	26.7	80.3	42	4.1	73.3	45.9	3.8	26.8	12199	100
颖抽1/2	36.7	9.1	334	455	66.7	33.3	79.7	60.3	4.3	67.9	40.2	3.1	27	11260	92.3
三期追*	36.2	9.6	348	485	66.4	33.6	77.7	60.3	4.0	71.8	40.1	2.7	26.8	11743	96.2
四"追*	36.3	9.5	339	495	68.5	31.5	80.1	45.4	3.9	67.0	35.1	3.1	26.6	12109	99.2

\*注：穗分前：即穗分化前，以下同；颖分前：即颖花分化前，以下同；减分前：即减数分裂前，以下同；三期追：即分蘖、减数分裂前、抽穗期；四期追：即分蘖、颖分前、减数分裂前、抽穗期。

表 7

不同施肥深度的增产效果

(1977年)

处 理	穴数 / m <sup>2</sup>	苗数 / 穴	苗数 / m <sup>2</sup>	穗数 / m <sup>2</sup>	分蘖%		主 穗			第一二分蘖穗			千粒重 (克)	产 量	
					未分蘖株	分蘖株	株高 (cm)	总粒数	秕粒数	株高 (cm)	总粒数	秕粒数		斤 / 亩	%
一寸	49.5	4.5	222	361	57.5	42.5	82.4	84.9	6.7	71.9	60.8	5.7	26.4	10251	100
二寸	51.0	4.9	250	408	51.6	48.4	82.3	77.8	6.4	75.9	56.9	4.7	26.2	10892	106.2
三寸	50.9	3.8	193	377	38.6	61.4	84.3	81.7	6.5	78.6	67.1	7.5	26.1	11332	110.5

从表7看出：化肥深层集中施底肥深度不同，增产效果也不一样，试验方法同上。以1/2化肥作底肥，1/2作追肥。化肥施在10厘米左右深度范围内，即在根系密集的范围內，随着施肥深度的增加，有相应增产的趋势。施肥部位二寸的较一寸的增产6.2%，三寸的增产10.5%。

此外，1978年在省内开展的肥料协作试验的材料中，也反映出深层集中施底肥比粉全追有明显增产的趋势。

### 三、试验结果分析

在盐碱地上，水稻初期生育慢，在返青阶段及6月底、7月初常出现黑根，使生长缓慢，严重延迟水稻的营养生长期。从两年来深层集中施底肥试验结果看出，深层集中施底肥，直接影响水稻的生长速度、穗数，最终影响产量。

#### (一) 对水稻生长发育的影响

1、通过化肥不同施用法及不同基追肥比例的调查结果表4、5及表8看出：

表8 化肥不同施用法及不同基追肥比例对水稻生育的影响

处 理	株高 (cm)	繁茂与封行状况	叶 色	出 穗 情 况 (出穗%)	成 熟 期	倒伏状况	地面节长	
							一节	二节
化 肥 不 同 施 法								
粒深一次	83	最茂密封行不见地	绿	39.8	25/9	未倒	8.0	15.2
1/3粒全层	80.8	封行好于粉全层	淡绿	50.0	23/9	"	6.8	12.9
1/3粒集中	80.4	较茂封行	淡绿稍深	35.7	23/9	"	6.3	12.6
粉深一次	83.5	最茂密封行不见地	绿	42.8	25/9	"	9.2	15.2
1/3粉全层	78.5	未封行	稍黄绿	59.2	23/9	"	5.4	10.9
1/3粉集中	81.5	半封行好于粉全层	淡绿	36.9	23/9	"	6.5	12.8
粉全追	74.8	矮小未封行	黄绿	34.9	22/9	"	5.4	10.5
不 同 基 追 肥 比 例								
粒深一次	87.4	最茂封行不见地	绿	78.1	24/9	呈45°	7.6	14.1
粒深2/3	86.7	同上	"	85.7	"	部分呈60°	7.2	13.6
粒深1/2	84.9	次于2/3区	淡绿	76.9	"	部分呈45°	7.5	12.7
粒深1/3	83.3	好于粉全追	绿稍黄	87.1	23/9	未倒	6.6	11.7
粉全追	81.3	不封行也不茂	黄绿	83.8	23/9	"	5.7	10.4

(1) 粒深或粉深一次区，和粒深2/3区，植株个体高，长势旺，最茂密。封行不见地。粉全追区，植株矮小未封行。(2) 从叶色看，粒深或粉深和2/3区，叶色较深，从分蘖盛期开始至出穗，由浓绿至绿一直比其他区深。(3) 出穗成熟期，除一次施肥区略迟一、二日或粉全追区略早一、二日外，其他区均介于二者之间。(4) 倒伏情况：一般未倒，虽然一次施及2/3深施区地上一、二节较粉全追区略长6、7厘米，但均未倒伏，极个别倒的也不重。

2、在一定基肥（1/3~1/2）的基础上，进行不同时期追肥，对水稻生育的影响。从调查结果表9看出：（1）从植株长势看，以穗分前、出穗前35天，从7月上旬开始，到黄熟期；一直色深，直至9月1日还是稍浓绿色。（2）出穗成熟期，以穗分前及出穗前35天出穗晚，其中以出穗前35天区出穗最慢，同一时期调查，与别的区比较慢1/3，1977年9月20日下枯霜的情况下受害更重。比较正常出穗成熟区是颖分前一次追肥及分蘖减分二次分施肥区。（3）一次追肥及多次追肥区均未倒伏，地面节长均未显著伸长。

表9 不同追肥时期对水稻生育的影响

处 理	株高 (cm)	繁茂与封行状况	叶色	出穗日期及%		倒伏 状况	地面节长	
				6/8	9/8*		一节	二节
分蘖前	79.3	封行约60%	黄绿	38.1	79.5	未倒	7.0	12.3
穗分前	81.2	茂密次于35天封行	淡绿	18.1	75.2	"	6.9	13.3
出穗前35天	85.1	最茂密封行	深绿	17.4	52.1	"	7.2	12.8
颖分前	82.3	稍茂封行	绿	39	78	"	6.4	11.7
减分前	77.7	次于颖分	淡绿	43.1	81.5	"	6.1	10.5
抽穗期	74	不茂未封行	黄绿	53.7	93.1	"	5.9	10.8
分、减1/2	80.2	封 行	绿	42.9	77.9	"	6.4	12.3
颖、抽1/2	79.7	封 行	"	44.4	79.7	"	5.7	11.4
三期追	77.7	封 行	淡绿	37.8	83.2	"	6.3	11
四期追	80.1	封 行	淡绿	36.9	71.4	"	6.6	12.1

\*注：实际8/8已达出穗期，但出穗前35天处理区未达到。

## （二）深层集中施底肥对水稻生长速度、穗数、粒数的影响

1、对水稻生长速度（厘米/日）的影响：深层集中施底肥后，水稻生长速度加快，从表10A看出：插秧初期（8/6~29/6），粒深或粉深一次区比粉全追区增加0.19~0.23厘米，比其他区也快；在水稻生长旺盛阶段（29/6~18/7），粒深或粉深一次区比粉全追区增加0.19~0.3厘米，比其他区增加0.05~0.16厘米。7月18日以后的生长速度，各区比较接近。从表10B看出：在不同底追肥的情况下，返青至分蘖初期，生长速度，有随底肥增加，相应提高的趋势。粒深一次及2/3比粉全追区增加0.11~0.17厘米，也大于其他区；在生长旺盛阶段（29/6~18/7），各区生长速度接近。从表10A及表10B看出水稻初期的生长速度加快。这一事实，有利于水稻早生快发，是解决盐碱地水稻初期生育慢，防止碱害和黑根的重要措施。

2、对水稻分蘖速度的影响：深层集中施底肥，促使水稻早分蘖，分蘖速度加快，有效分蘖增加。从表11A粒深或粉深一次集中施底肥，分蘖速度快。在有效分蘖阶段，一次深施区比粉全追区增加分蘖31~33%。比其他区增加20~40%，60%的分蘖在有效分蘖阶段完成；7月4~11日水稻最高分蘖阶段，分蘖率比较接近；这时底肥多的区已全部完成分蘖，底肥少的区在7月11~18日拔节阶段还有接近1/3的分蘖；又从表

表10A

化肥不同施法对水稻生长速度的影响

处 理 日 期	粉深一次	粉全追	1/3 粉全层	1/3 粉集中	粒深一次	1/3 粒全层	1/3 粒集中
4/6-28/6	0.4	0.21	0.3	0.32	0.44	0.35	0.31
28/6-4/7	1.5	1.35	1.48	1.3	1.4	1.43	1.4
4/7-11/7	0.94	0.7	0.8	0.9	0.97	0.56	0.87
11/7-18/7	1.13	0.97	0.94	1.1	1.53	1.0	1.14
18/7-27/7	1.34	1.51	1.28	1.3	1.0	1.3	1.24
27/7-30/9	0.28	0.18	0.24	0.3	0.27	0.24	0.29

表10B

不同底追肥比例对水稻生长速度的影响

处 理 日 期	粒深一次	粉全追	2/3	1/2	1/3
6/6-28/6	0.62	0.45	0.56	0.48	0.51
28/6-4/7	1.15	1.3	1.4	1.2	1.3
4/7-11/7	1.48	1.3	1.4	1.3	1.4
11/7-18/7	0.53	0.67	0.8	0.81	0.69
18/7-26/7	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
26/7-30/9	0.29	0.3	0.31	0.38	0.36

表11A

不同施肥方法对水稻分蘖的影响

日 期	粉深一次(%)	粉全追(%)	1/3粉全层(%)	1/3粉集中(%)	粒深一次(%)	1/3粒全层(%)	1/3粒集中(%)
29/6-4/7	64	31.2	24.2	22	62.4	42.8	63.9
4/7-11/7	36	47.8	36.3	39.6	35.3	29.8	36.1
11/7-18/7	0	18.7	39.3	33.8	2.1	27.4	
18/7-29/7	0	2.3	0	4.4	0	0	

表11B

不同基追肥比例对水稻分蘖的影响

日 期	粒深一次	粉全追	深度 2/3	粒深 1/2	粒深 1/3
26/6-4/7	86.6%	58.2%	83.4%	71.9%	90.1%
4/7-11/7	13.4%	41.8%	15.3%	28.1%	9.9%
11/7-18/7	0	0	0	0	0

11B看出，不同基追肥条件下，分蘖率在有效分蘖阶段，除个别情况外，均随底肥增加而相应增加，分蘖也提前完成。粒深一次与粒深2/3区比粉全追增加分蘖25.2~28.4%，比1/2区增加11.8%，甚至粒深1/2区也比粉全追区增加13.7%。这充分说明，深层集中施底肥，有早生快发的作用。从表11A及11B明显看出，深层集中施底肥多的区，分蘖率比少施底肥区明显增加。事实证明早分蘖有效穗明显增加。对解决盐碱地前期生长慢的矛盾，极为有利。再者，由于提早分蘖，蘖数多，平方米有效穗数也增多。粒深或粉深一次区比粉全追区每平方米多100~190穗，比1/3粉全层多127穗，比1/3粉深集中多112穗，甚至1/3粉集中区，也比粉全追多73穗。由于深层集中施底肥后，有效穗增多，故明显增产。

3、深层集中施底肥促进穗大粒多。从表12看出，粒深与粉深一次施肥其实粒数比粉全追区高，特别是第一、二分蘖穗，实粒数较高，比粉全追多6.3~12.9粒。同时也看出，凡实粒数多的其秕粒数相应的多一点，千粒重下降一点。倘能在用水管理上适当调节，用浅灌、湿闷灌或烤田等措施，使秕粒率降低，千粒重提高，则可在现有基础上，使产量更提高一步。

表12 不同施肥方法对水稻粒数的影响

处 理	主 穗		第一二分蘖穗	
	实粒数	秕粒数	实粒数	秕粒数
粒深一次	56.8	9.7	40.5	3.9
1/3粒全层	60.6	4.4	30.9	4.3
1/3粒集中	58.9	5.3	36.7	2.4
粉深一次	62.2	5.0	47.1	3.7
1/3粉全层	60.5	4.6	37.7	2.4
1/3粉集中	64.6	4.8	38.5	2.2
粉全追	56.8	3.1	34.2	1.3

综上所述，深层集中施底肥，可以促使水稻早生快发，返青快，长的快分蘖多，提早分蘖，有效穗提高，叶色深，从分蘖开始直至成熟，一直比其他区青一色，后期穗大粒多。在试验条件下，其缺点是出穗成熟比粉全追略晚一、二日，秕粒稍多，千粒重稍低。但如加强用水管理，在色深、长势旺的田间，采用控制措施，克服

上述缺点，提高千粒重是完全可能的，还可以在现有基础上使产量提高一步。

#### 四、小 结

(一)两年来，在盐碱地上的试验结果，基本上明确了深层集中施底肥比表全追对水稻生长发育及增产有利。1978年在省内重点稻区进行的水稻深层施肥协作试验，也有同一趋势。今后，还须继续在盐碱地及非盐碱地上进行多点示范试验，肯定其增产效果的普遍性。此外，应进一步研究深层集中施底肥何时起作用，延续时间及其对水稻供应氮肥强度，对水稻生育及提高千粒重的关系。

(二)在上述初步结果的基础上建议：

1、在省内重点稻区，因地制宜地积极推广应用深层集中施底肥，对肥行插秧。底追肥比例以化肥2/3做底肥，1/3做追肥。在早施条件下，一时做不到对行插秧的，可以推行深层密条施底肥，肥行15~20厘米，然后插秧。

2、农机部门集中力量研制深施底肥机具。